

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA - MESTRADO

Cleverson Patussi

Avaliação de diferentes tipos de fixação interna estável em  
fraturas desfavoráveis de ângulo de mandíbula sob análise de  
elementos finitos

Curitiba

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA - MESTRADO

Cleverson Patussi

Avaliação de diferentes tipos de fixação interna estável em  
fraturas desfavoráveis de ângulo de mandíbula sob análise de  
elementos finitos

Dissertação apresentada como requisito parcial  
à obtenção de grau de Mestre em Odontologia,  
ao Programa de Pós-Graduação em  
Odontologia, Setor de Ciências da Saúde, da  
Universidade Federal do Paraná

Orientador: Prof. Dr. Nelson Luis Barbosa  
Rebelatto

Curitiba 2016

## **AGRADECIMENTO**

A gratidão desbloqueia a abundância da vida. É o mais nobre de todos os sentimentos e devemos praticá-la sempre. Ela torna o que temos em suficiente, e mais, ela torna a negação em aceitação, caos em ordem, confusão em clareza. Ela pode transformar uma refeição em um banquete, uma casa em um lar, um estranho em um amigo, um sonho em uma realidade. A gratidão dá sentido ao nosso passado, traz paz para o hoje e para o amanhã.

Agradeço ao Prof. Dr. Nelson Luis Barbosa Rebellato, pela dedicação sem precedentes em me orientar e mostrar o caminho do projeto o qual estávamos trabalhando. Sem dúvida foi uma experiência muito agradável para mim e tenho esse mestre como referência de cirurgião e professor para o resto da minha vida.

Sou grato aos meus pais, Édimo e Mariza, pelo apoio incondicional para que eu realizasse minha formação e concretizasse esse meu sonho.

Sou eternamente grato a minha irmã, Giseli, a qual como colega mais velha de profissão me fez hoje seguir o caminho da odontologia com muito amor e dedicação.

E agradeço de maneira especial meu irmão gêmeo, Cleandro, que sempre esteve ao meu lado desde os meus primeiros segundos de vida e sempre me apoia e me apoiou e sei que apoiará nos meus planos e projetos profissionais.

## RESUMO

A fratura de ângulo de mandíbula é uma das fraturas mais comum entre as fraturas mandibulares e em seu tratamento por vezes é utilizado placas e parafusos de titânio para fixação dos segmentos. Com o tratamento cirúrgico podem ocorrer complicações pós operatórias como infecções, a não-fixação dos fragmentos e a fratura do material de síntese. O método do elemento finito (MEF) é uma forma de análise matemática, que se baseia na divisão de uma estrutura para um número finito de pequenas áreas, chamados elementos finitos. Para esta divisão dá o nome de "malha". Em geral, o MEF tem a capacidade de matematizar estruturas e modelos, tornando-se possível aplicar forças em qualquer lugar e / ou a direção. O objetivo do estudo foi avaliar 5 tipos diferentes de fixação interna estável de mandíbula pelo MEF, avaliando força de propagação ao osso e resistência a tensão. Para este estudo, um modelo tridimensional de uma mandíbula foi obtido a partir de uma imagem de tomografia computadorizada e uma fratura desfavorável de ângulo foi simulada. A partir deste modelo, foram avaliados cinco tipos diferentes de fixação interna estável: grupo 1, a técnica de Champy com uma miniplaca de 4-furos, sistema 2.0 mm ; grupo 2, técnica com duas miniplacas paralelas convencionais de 4 furos, sistema 2.0mm ; grupo 3, técnica com duas placas *locking* paralelas de 4 furos, sistema 2.0 mm; grupo 4, a técnica com uma placa reconstrução de 6 furos, sistema 2.4 mm ; grupo 5, técnica com uma miniplacas de 4 furos, sistema 2.0 mm + uma placa de reconstrução de 6 furos, sistema 2.4 mm. Os resultados mostraram que as tensões são mais bem distribuídas no sistema *locking* sendo que estas placas e parafusos apresentaram menor concentração de tensão, quando comparado com as placas e parafusos convencionais. A técnica de Champy apresentou os piores resultados relacionados a tensões em placas e parafusos. Há pouca diferença de resistência a tensão entre as os grupos que continham placas de reconstrução. Conclui-se, então, que a utilização do sistema *locking* apresenta menor resistência a tensão se comparados ao sistema não *locking*. Uma placa de reconstrução isolada não foi capaz de suportar a tensão sem propagação ao tecido osso como a técnica sugere. A presença de uma placa de reconstrução associada a uma miniplaca não leva á maior estabilidade se comparada com uma placa de reconstrução isolada.

Palavras-Chave: Fratura Mandibular, Fixação interna Estável, método de Elementos Finitos

## ABSTRACT

The mandibular angle fracture is the most common fracture among this type of injury in jaw bone and also is the type of fracture treatment that presents a larger number of complications as infections and non-fixation of the fragments. A series of treatments for this type of fracture with different types of *osteosynthesis* have been studied over the years by the world literature. The finite element method (FEM) is a form of mathematical analysis, which is based on dividing a structure into a finite number of small areas, called finite elements. In this division receives the name of "mesh". In general, the FEM has the ability to mathematically model structures, making it possible to apply forces anywhere and / or direction. For this study, a three-dimensional model of a mandible was obtained from a tomographic image. One unfavorable angle fracture was simulated. From this model, five different types of fixation technique were evaluated: group 1, Champy technique with one 4-holes miniplate, 2.0 system; group 2, technique with two parallel 4-holes conventional miniplates, 2.0 system; group 3, technique with two parallel 4-holes *locking* miniplates, 2.0 system; group 4, technique with one reconstruction 6-holes plate, 2.4 system in base jaw; group 5, technique with one reconstruction 6-holes plates, 2.4 system in jaw body + one parallel 4- holes conventional miniplate, 2.0 system. Results: The results showed that strains are better distributed through the locking miniplate and the locking screws presented higher stress concentration when compared with the conventional ones. The Champy technique had the worst results about stresses in plates and screw. There is no significant stress difference between the groups with reconstruction plates. Conclusion: the use of the *locking* system shows less stress compared to the non-*locking* system, the presence of a reconstruction plate associated with a miniplate does not lead to increased stability compared with an isolated reconstruction plate and one reconstruction plate doesn't protected the bone tissue as the technique suggests.

Keywords: Key words: finite element method, angle fracture, stable internal fixation.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

FIGURA 1 – Modelo de mandíbula com fratura desfavorável em região de ângulo .	15
FIGURA 2 – Diferentes métodos de fixação da fratura mandibular .....	15
FIGURA 3 – Simulação com a aplicação das forças mastigatórias.....	16

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES ARTIGO**

FIGURA 1 – Modelo de mandíbula com fratura desfavorável em região de ângulo .	32
FIGURA 2 – Diferentes métodos de fixação da fratura mandibular .....	32
FIGURA 3 – Simulação com a aplicação das forças mastigatórias.....	33
FIGURA 4 – Propagação de tensão em tecido ósseo na técnica de Champy .....	33
FIGURA 5 – Figura comparativa dos grupos 3 e 4.....	34
FIGURA 6 – Figura comparativa dos grupos 4 e 5 .....	34

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – propriedades mecânica dos matéria.....	
TABELA 2 – resultados de tensões nos grupos nas variáveis analisadas .....	18
TABELA 3 – resultados de tensões em propagação ao osso .....	18

**LISTA DE TABELAS ARTIGO**

TABELA 1 – resultados de tensões nos grupos nas variáveis analisadas .....	31
TABELA 2 – resultados de tensões em propagação ao osso .....	31

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	09
2. OBJETIVO .....	14
2.1 Objetivos específicos .....	14
3. MATERIAL E MÉTODO.....	15
3.1. Construção do modelo tridimensional .....	15
3.2 Simulação de movimento com diferentes métodos de fixação.....	15
3.3 Aplicação de força.....	17
3.4 Mensuração da resistência ao deslocamento e a tensão.....	17
3.5 Escolha de técnicas e placas utilizadas.....	18
3.6 Propriedades Mecânicas dos materiais.....	18
4. RESUTADOS.....	19
5. EVALUATION OF DIFFERENT STABLE INTERNAL FIXATION IN UNFAVORABLE MANDIBLE FRACTURES UNDER FINITE ELEMENT ANALYSI .	21
6. CONCLUSÃO.....	37
7. REFERÊNCIAS.....	38
8. APÊNDICE .....	42



## 1. INTRODUÇÃO

A etiologia, a classificação e a incidência das fraturas mandibulares são bem conhecidas e estão descritas em diversos textos de cirurgia e traumatologia buco-maxilo-faciais sendo alvo constantes de pesquisas epidemiológicas e clínicas. (MANGANELO *et al.*, 2006 MILORO *et al.*, 2004 ; ELLIS *et al.*, 1993 )

A mandíbula é o único osso móvel da face, apresentando duas articulações e inserções musculares complexas, cujos mecanismos são amplamente discutidos na literatura mundial. A descontinuidade do arco mandibular resulta em ação muscular desordenada, produzindo deslocamento dos segmentos fraturados, mal-oclusão dentária e anormalidade funcional. O deslocamento dos fragmentos varia conforme o tipo e localização da fratura e o método de tratamento deve neutralizar a ação muscular para se obter a estabilidade e efetividade no tratamento (MANGANELO *et al.*, 2006; MILORO *et al.*, 2004)

As fraturas de ângulo de mandíbula estão entre as mais comuns entre as fraturas mandibulares tanto em pacientes de países desenvolvidos e não desenvolvidos. (MORAISSI *et al.*, 2014), variando a incidência de acordo com o centro hospitalar de referencia de atendimento ou estudo epidemiológico realizado . (LEPORACE *et al.*, 2009)

Estudos realizados em diversos países, têm indicado uma grande frequência de fraturas mandibulares causadas por vários fatores que, por sua vez, variam de acordo com a região analisada, a época e as condições sócio-econômicas da população. Entre os agentes etiológicos mais comuns, tem-se o aumento do número de agressões físicas e acidentes automobilísticos, e em nosso meio o trauma por projétil de arma de fogo (STRÖM *et al.*, 1992), juntamente ao fator agressão física os quais representa, em algumas regiões do país, os maiores fatores etiológicos de fraturas mandibulares. (SASSI *et al.*, 2010)

No Brasil o número de fraturas faciais é elevado, mas poucas pesquisas epidemiológicas têm sido realizadas, apontando, portanto, a necessidade de um maior número de estudos para se determinar perfis desses traumas, formas de prevenção e adequação dos serviços de atendimento (SASSI *et al.*, 2010, STRÖM *et al.*, 1992; LEPORACE *et al.*, 2009)

A maioria dos procedimentos atuais utilizam titânio como material para a fixação, muitas vezes com procedimentos de tratamento de superfície, devido a sua

propriedade de rigidez, resistência e biocompatibilidade (ERKMEN *et al.*, 2005). Essas propriedades proporcionam a estabilização dos segmentos fraturados com a mínima movimentação dos mesmos, consequentemente os procedimentos de fixação com este tipo de material melhoraram radicalmente os resultados da união óssea e diminuíram as taxas de má união e não união quando comparados à fixação feitas com fios de aço. (WATZKE *et al.*, 1990).

O tratamento das fraturas faciais tem como meta restabelecer completamente a área afetada, incluindo a função, a anatomia e a estética. Em qualquer modalidade de tratamento para alcançar este objetivo é necessário a redução e a fixação dos fragmentos fraturados. O meio de fixação mais recentemente utilizado antes das placas e parafusos foi o fio de aço, para a realização de amarras para estabilização da redução da fratura mandibular. Todavia a utilização do fio de aço atualmente é uma técnica pouca utilizada para esse fim, mesmo sabendo que a mesma pode ser utilizada como material de síntese para o tratamento de fraturas mandibulares. (SASSI *et al.*, 2010; MANGANELO *et al.*, 2006; ELLIS *et al.*, 1993). A fixação realizada com placas e com parafusos é conhecida como fixação interna rígida (FIR), a qual também podem ser chamada como fixação interna estável (FIE). (MARZOLA *et al.*, 2008; MEHRA *et al.*, 2008; MELO *et al.*, 2014)

O termo fixação interna é utilizado para designar a estabilização de uma fratura ou osteotomia, com dispositivo em contato direto com a estrutura óssea, podendo ser obtida por meio de fio de aço, parafuso isoladamente ou associação de placa e parafuso. É designada rígida quando o dispositivo de imobilização, junto à estrutura óssea, permite a função do órgão durante o processo de reparação óssea. A fixação interna estável (FIE), utilizando-se miniplacas/parafusos de titânio, pode ser utilizada com inteiro sucesso para o tratamento cirúrgico de fraturas mandibulares (MARZOLA *et al.*, 2008; MELO *et al.*, 2014, GUTWALD *et al.*, 1999)

Fixação interna com miniplacas é descrita como um sistema composto de uma placa anexada ao parafuso por meio da interface parafuso-osso e é agora usado rotineiramente, para cirurgia de tratamento das fraturas mandibulares. A vantagem do uso de miniplacas é a garantia de uma estabilidade adequada da fratura, reduzindo o risco de deslocamento pós-operatório dos fragmentos fraturados. Miniplacas podem ser utilizadas para ramo, ângulo, corpo, ou fraturas da sínfise. As fraturas com cominuição mínima são as mais adequadas para a aplicação

de miniplacas, e grandes segmentos ósseos intactos fornecem ótimas condições para um bom resultado . (PEREIRA *et al.*, 2011)

O modo mais simples para discutir os esquemas de fixação para fraturas é dividi-los em dispositivos de fixação chamados *Load-Sharing* e de *Load-Bearing*. Os dispositivos tipo *Load-Sharing* são aqueles que dividem a carga com o osso em cada lado da fratura. A fixação tipo *Load Bearing* é um dispositivo resistente e rígido o suficiente para suportar toda a carga aplicada á mandíbula durante as atividades funcionais. Os danos que requerem as fixações tipo *Load- Bearing* são as fraturas cominutivas da mandíbula, aquelas as quais existe uma interface óssea muito pequena devido a atrofia ou devido a danos que resultam em uma perda de uma porção da mandíbula. Em tais casos, o dispositivo de fixação tem que atravessar a área cominutiva de contato ósseo mínimo ou de perda de osso, e suportar todas as forças transmitidas através da área afetada gerada pelo sistema mastigatório. A fixação com o princípio de *Load-Sharing* é qualquer forma de fixação que apresente instabilidade insuficiente para aguentar todas as cargas funcionais aplicadas ás fraturas pelo sistema mastigatório. Esse dispositivo de fixação requer fragmentos ósseos sólidos de cada lado da fratura que possam suportar parte das cargas funcionais. As fraturas que podem se adequadamente estabilizadas com dispositivos de fixação tipo *Load-Sharing* são fraturas lineares simples que constituem a maioria das fraturas mandibulares. Exemplos de sistemas tipo *Load-Sharing* são miniplacas de 1,5 a 2,0 mm de espessura e de sistemas tipo *Load-Bearing* são as placas de reconstrução as quais são mais espessa - 2,4 a 3 mm de espessura. ( MILORO *et al.*, 2004)

Nas fixações utilizando placas e parafusos podem ser utilizados placas de 1.5mm, 2.0mm, e 2.4mm tanto convencionais quanto as do sistema *locking*. Inúmeras variações podem ser realizadas usando uma placa de 4 furos, uma placa de 6 furos, duas placas de 4 furos, duas placas de 6 furos, uma placa em duplo y e outras combinações. (TRENTO *et al.*; 2016) Pode-se também utilizar placas de reconstrução que são placas de 2.7mm a 3 mm de espessura. (STRINGHIWL *et al.*; 2016, GUILHERME *et al.*; 2016)

As placas reconstitutivas são as placas mais espessas e robustas aplicadas em FIR. Também chamadas de “placas de reconstrução”, muito usadas no passado e, atualmente são aplicadas para casos selecionados quando é preciso extrema rigidez e estabilidade. As placas reconstitutivas exercem a função de suporte de

carga resistindo a todas as cargas que incidem durante a função mandibular. Tais dispositivos devem preencher o espaço de cominuição, entre o mínimo contato ósseo ou perda óssea, e suportar todas as forças transmitidas pelo sistema mastigatório. (MARZOLA *et al.*, 2008; ELLIS III *et al.*, 2010)

O sistema conhecido como *locking screw* foi um avanço significativo em relação às placas já utilizadas anteriormente como as placas convencionas. O sistema *locking* permite a fixação da cabeça do parafuso à placa, fazendo com que sua estabilidade não dependa do contato da cabeça dele com o osso. Neste sistema, o orifício da placa possui rosca da mesma maneira que cabeça do parafuso em sua porção externa, permitindo seu travamento à placa. Em outras palavras a própria placa apresenta rosca específica para o parafuso, trazendo encaixe perfeito entre os dispositivos placa e parafuso. Este sistema possui certas vantagens quando comparado com os sistemas convencionais sendo uma delas a estabilidade do parafuso que independente do contato da cabeça do parafuso com o osso subjacente, pois o travamento da rosca de sua cabeça é feito com a rosca da placa. (ELLIS *et al.*, 1994; ELLIS *et al.* 1996)

O desenvolvimento do Método dos Elementos Finitos (MEF) teve suas origens no final do século XVIII, quando Gauss propôs a utilização de funções de aproximação para a solução de problemas matemáticos. Durante mais de um século, diversos matemáticos desenvolveram teorias e técnicas analíticas para a solução de problemas, entretanto, pouco se evoluiu devido à dificuldade e à limitação existente no processamento de equações algébricas. (GALLAGHER *et al.*, 1975)

O desenvolvimento prático desta análise ocorreu somente muito mais tarde em consequência dos avanços tecnológicos, por volta de 1950, com o advento da computação. Isto permitiu a elaboração e a resolução de sistemas de equações complexas. Em 1956, Turner, Clough, Martins e Topp, trabalhando em um projeto de aeronaves para a Boeing, propuseram um método de análise estrutural, similar ao MEF. Mais tarde, em 1960, estes autores utilizaram pela primeira vez o nome de Método dos Elementos Finitos, descrevendo-o. A partir de então, seu desenvolvimento foi exponencial, sendo aplicado em diversas áreas da Engenharia, Medicina, Odontologia e áreas afins (OLIVEIRA *et al.*, 2000).

O método de elementos finitos (MEF) é uma técnica que permite a formulação virtual de um modelo matemático adequado que representa ou simula o

comportamento de um sistema físico específico. Sendo esse empregado em várias áreas da odontologia como periodontia (TANNE *et al.*, 1987.), Implantodontia (SAROT *et al.*, 2008) e cirurgia buco maxilo faciais. (KILINÇ *et al.*, 2016)

Outro fator que favorece as pesquisas com método dos elementos finitos é a ausência do comprometimento de estruturas biológicas, uma vez que, atualmente por motivos éticos, tem-se dado muita atenção e preferência por estudos que não incluam indiscriminadamente tecidos vivos, seja de origem humana ou animal. (SAROT *et al.*, 2008)

No entanto, algumas complicações relacionadas ao uso de materiais de síntese de fraturas como mini placas e placas de reconstrução se fazem presentes, ocorrendo com mais frequência a deiscência da ferida, seguida da fratura da placa ou fracasso da rosca bem como a ocorrência de infecção. (FULLER *et al.*, 2003) Por isso, justifica-se o avanço tecnológico auxiliar na escolha de melhores tipos de fixação para cada caso para que o sucesso do tratamento ocorra com menor morbidade ao paciente e com menor chance de complicações pós operatórias para o mesmo.

Na atualidade é indiscutível a busca de uma odontologia baseada em evidencias. Dessa maneira com esse trabalho poderá ser observado e comparado diferentes técnicas cirúrgicas para a fixação de fraturas desfavoráveis de ângulo de mandíbula com a possibilidade de ampliar o conhecimento sobre o assunto ou até mesmo direcionar a utilização de técnicas de maneira mais especifica ou em casos clínicos mais objetivos.

Contudo, a avaliação de diferentes tipos de fixação de fraturas de ângulo de mandíbula com utilização de placas *locking* e não *locking* em diferentes padrões de fixação sob a análise estrutural, tridimensional e biomecânica ainda não ocorre na literatura mundial. Ainda não há consenso de qual tipo de fixação interna estável é mais eficaz em análises biomecânicas e também ainda não é senso comum para quais tipos específicos de placas e sistemas de fixação apresentam superioridade se comparados entre eles.

## 2. OBJETIVO GERAL

- Verificar a resistência ao deslocamento e a tensão em diferentes métodos de fixação utilizados em osteossíntese de fraturas desfavoráveis de ângulo de mandíbula.

### 2.1 Objetivo Específico

- Comparar a resistência ao deslocamento e o padrão de resistência a tensão entre os sistemas de fixação convencional e *locking*.

### 3. MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1. Construção do modelo tridimensional

Para realizar a simulação através dos métodos de elementos finitos foi obtido um sólido tridimensional a partir de imagens tomográficas de uma mandíbula de um adulto jovem, do sexo masculino, realizada no Labim – Laboratório de Ensino e Pesquisa ( UFPR – BRASIL).

Os arquivos contendo as imagens tridimensionais das placas e parafusos de titânio foram fornecidas pela empresa *NEORTHO Ltda, Curitiba, Brasil*. Foram utilizadas as seguintes imagens: placa reta de 4 furos convencional de 2.0 mm, placa reta de 4 furos *locking* de 2.0 mm, placa reta de 6 furos *locking* 2,4 mm, parafuso convencional de 6mm, parafuso 2.0mm *locking* de 6mm e parafuso convencional de 15 mm.

Após a obtenção do modelo tridimensional, os arquivos foram reduzidos a estrutura de milhares de triângulos, e exportados para o programa *Solidworks 2012 (Dassault Systemes, Solidworks Corps, USA)*, com a finalidade de remover interferências entre os triângulos citados acima e tornar o mesmo compatível com a leitura do arquivo no programa *Ansys Workbench 14.0 (NASDAQ: ANSS)* utilizado na simulação.

#### 3.2 Simulação de movimento com diferentes métodos de fixação

Uma fratura desfavorável de ângulo de mandíbula foi simulada no programa *Ansys Workbench 14.0*. A partir deste modelo com a presença da fratura 5 diferentes tipos de fixações foram simuladas: grupo 1, a técnica Champy com uma miniplaca de 4-furos, sistema 2.0; grupo 2, técnica com dois miniplacas convencionais de 4 furos paralelos, sistema 2.0; grupo 3, técnica duas placas *locking* paralelas de 4 furos, sistema 2.0; grupo 4, a técnica com uma placa reconstrução de 6 furos, sistema 2.4; grupo 5, técnica com uma miniplacas de 4 furos, sistema 2.0 no corpo da mandíbula + uma placa de reconstrução de 6 furos, sistema 2.4.

Figura 1. Modelo 3 D de mandíbula com fratura desfavorável em região de ângulo.

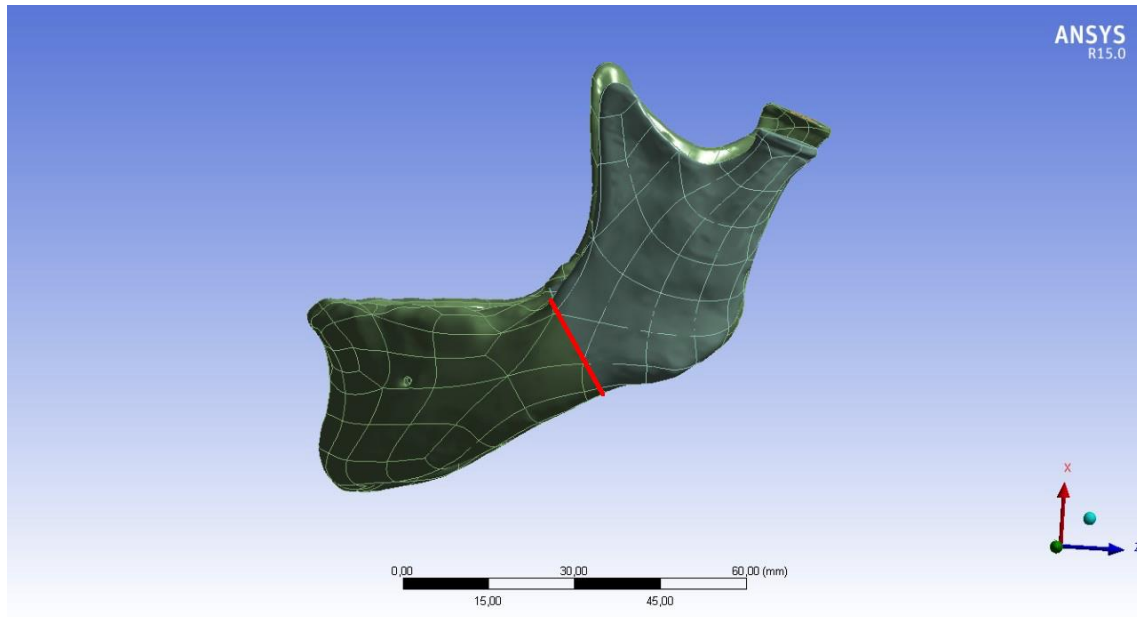
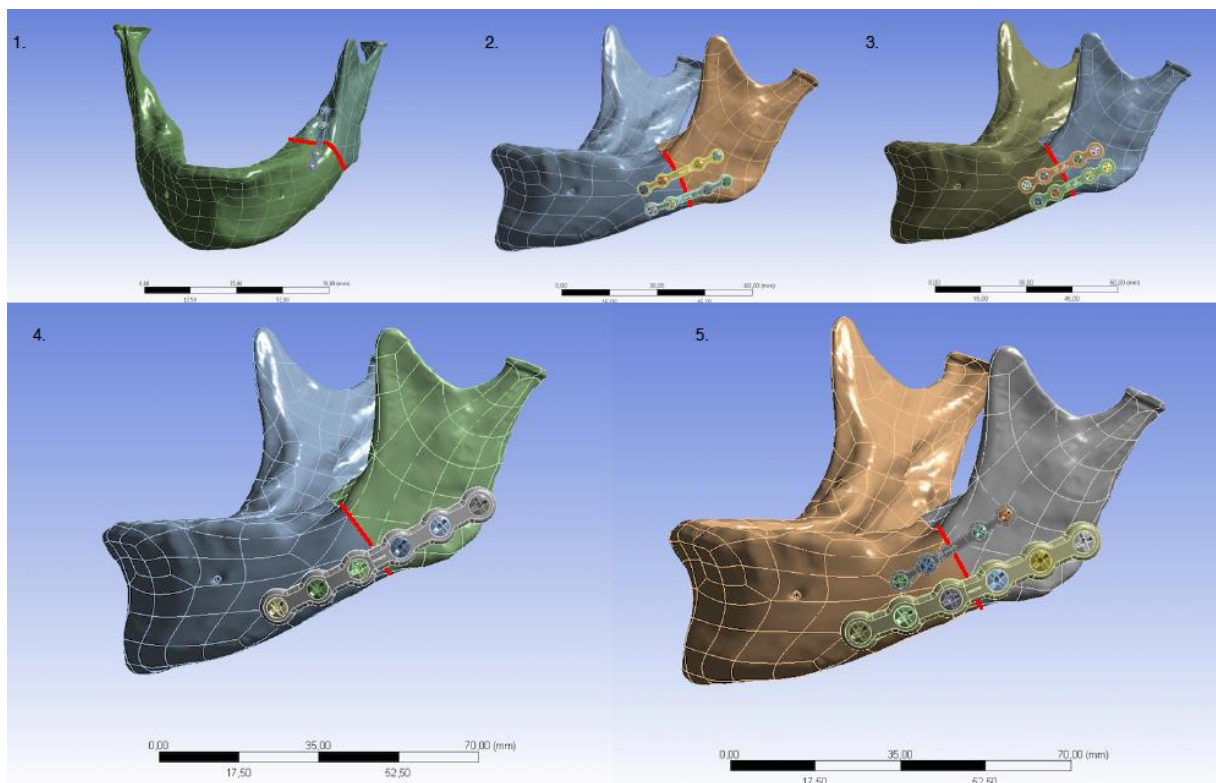


Figura 2. Cinco diferentes métodos de fixação da fratura mandibular.





### 3.3 Aplicação de força

As estruturas foram divididas em osso trabecular e osso cortical, sendo consideradas com um comportamento isotrópico, homogêneo e linear elástico. Foram aplicadas forças na região de inserção dos músculos temporal (margem lateral do processo coronóide da mandíbula) de 235N, pterigóide medial (tuberosidade pterigóidea) de 145N e masseter (face lateral do ramo da mandíbula) de 151N, envolvidos no levantamento da mandíbula no ato mastigatório. Estas forças foram aplicadas segundo o estudo de Choi e colaboradores no ano de 2005. O anteparo foi aplicado nos contatos oclusais de todos os dentes, reproduzindo melhor as forças mastigatórias (Fig. 3).

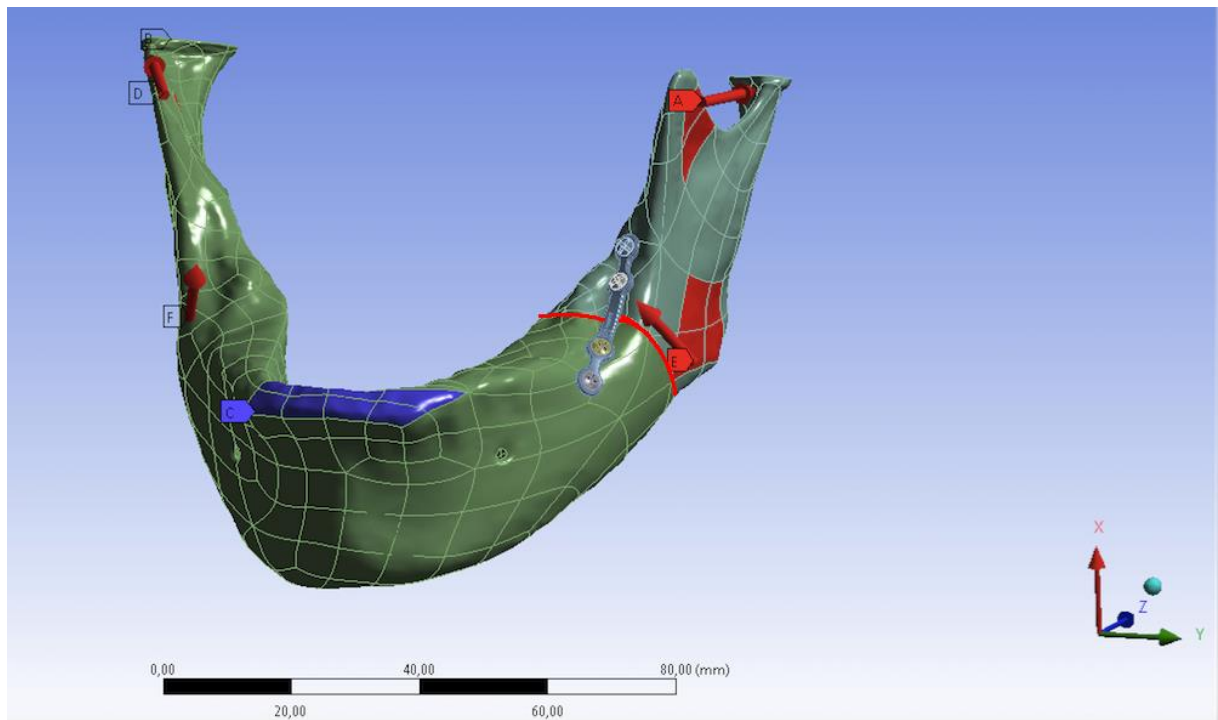


Figura 3. Simulação com a aplicação das forças referentes aos músculos da mastigação.

### 3.4 Mensuração da resistência ao deslocamento e a tensão.

Posteriormente a simulação foram avaliados cada tipo de fixação com relação ao stress sofrido na placa em mega pascal e o deslocamento do material de síntese em milímetros. Para a avaliação dos parafusos foi verificado o stress sobre o próprio parafuso isoladamente, utilizando os valores máximos e mínimos encontrados

Foram determinados valores mínimo e máximo de resistência a tensão e estabilidade. A resistência ao deslocamento foi verificada através da comparação da posição prévia nos pontos com maior e menor deslocamento. Portanto quanto maior o valor máximo e maior o valor mínimo, maior o deslocamento e menor a estabilidade. Quanto maior o valor de deslocamento menor a estabilidade. Para avaliação de propagação de forças ao tecido ósseo foi avaliada a região de contato do material de síntese com o osso e observando os pontos de maior e menor tensão mensurados em mega pascal.

### 3.4 Escolha de técnicas e placas utilizadas.

As técnicas utilizadas no estudo foram escolhidas por serem as mais descritas e discutidas na literatura, já em relação a definição das placas e parafusos se deu pelos mesmos motivos, além de serem as que possuíam dados técnicos e científicos que possibilitaram replicar a sua ação no modelo tridimensional e foram disponibilizadas pela empresa NEORTHO Ltda, CURITIBA, BRASIL.

### 3.4 Propriedades Mecânicas dos materiais

Material	Módulo de Yang
<b>Esmalte</b>	4,1 x 100000 mpa
<b>Dentina</b>	1,3 x 100000 mpa
<b>Osso Cortical</b>	1,37 x 100000 mpa
<b>Osso Esponjoso</b>	1,37 x 10000 mpa
<b>Titânio</b>	110 x 10000 mpa

Tabela 1. Propriedades Mecânicas dos Materiais (Choi e colaboradores, 2005)

#### 4. RESULTADOS

Os resultados de todas as análises são apresentados pelas tabelas 2 e 3.

Em análise da simulação do grupo da técnica de Champy a resistência a tensão em miniplacas e parafusos foram uma das as maiores de entre os grupos e o item deslocamento ficou intermediário entre todos eles. Com relação a propagação de tensão ao osso esta técnica mostrou que existe significativa quantidade de propagação de força em osso se comparada as outras técnicas.

Se analisados os dados separadamente é possível observar que o grupo 3, o qual utiliza placas *locking* paralelas, apresenta menos resistência a tensão em placas e parafusos em comparação com a técnica que utiliza placas convencionais para fixação (grupo 2). Porém, nas placas convencionais a resistência a tensão foi mais homogênea se comparada ao grupo de placas *locking*, no caso com a resistência sendo distribuída de maneira semelhante por todo o material de síntese.

Observa-se que o grupo 3 o qual usa duas placas *locking* paralelas apresenta melhor resultado em relação a não propagação de tensão ao osso, se comparado com o grupo 2 técnica que tem a mesma configuração espacial, mas com diferentes tipos de placas.

Pode ser visto que a técnica de grupo 4, a que utiliza uma placa de reconstrução isolada, o item deslocamento apresenta o menor valor se comparado com os outros grupos, porém foi um dos grupos que apresentou valores mais elevados de propagação de tensão para o osso.

Pode ser visto que o grupo 5 apresentou os menores valores de propagação forças de tensão de em tecido ósseo se comparado aos outros grupos.

Tipo de fixação	Tensão em Miniplcas (MPa) Min./Máx.	Deslocamento (mm)	Tensão em Parafusos (MPa) Min./Máx.
1. Técnica de Champy	3,509/6.247	19.695	0,0032/21.422
2. 2 4F Miniplaca Conv.	0,227/37.037	24.963	0/32.310
3. 2 4F Miniplaca Lock.	0,011/22.512	21.229	0,0014/9.143
4. 6F Lock Placa Rec.	0,215/2.371,2	9.8738	0,05/2.904
5. 6F Lock Miniplaca Rec + 1 4F Miniplaca Conv	0,325/2.173,8	10.988	0,117/3.263

Tabela 2. Tabela apresentando dados relacionados a tensão em miniplacas, deslocamento e tensão

em parafusos. grupo 1, a técnica de Champy; grupo 2, duas miniplacas convencionais de 4 furos paralelos; grupo 3, duas placas *locking* paralelas de 4 furos; grupo 4, a técnica com uma placa reconstrução de 6 furos; grupo 5, técnica com uma miniplacas de 4 furos+ uma placa de reconstrução de 6 furos. F= furos , Rec= reconstrução, Lock= *locking*, Conv= convencional, MPA = mili pascal

<b>Tipo de fixação</b>	<b>Tensão em Osso Min./Máx.</b>
<b>1. Técnica de Champy</b>	0,02/5.6
<b>2. 2 4F Miniplaca Conv.</b>	0,0064/4,25
<b>3. 2 4F Miniplaca Lock.</b>	0,02/2.9
<b>4. 6F Lock Placa Rec.</b>	0,029/5.8
<b>5. 6F Lock Miniplaca Rec + 1 4F Miniplaca Conv</b>	0,029/1.5

Tabela 3. Tabela apresentando dados relacionados a tensão osso. F= furos, Rec= reconstrução, Lock= *locking*, Conv= convencional

## 5. Evaluation of different stable internal fixation in unfavorable mandible fractures under finite element analysis

### Abstract

The mandibular angle fracture is the most common fracture between this type of injury in jaw bone and also is the type of fracture treatment that presents a larger number of complications and a series different osteosynthesis types have been studied over the years by the world literature. The finite element method is a form of mathematical analysis, which is based on dividing a structure into a finite number of small areas. It has the ability to mathematically model structures, making it possible to apply forces anywhere. For this study a three-dimensional mandible with an unfavorable angle fracture was simulated. Five different types of fixations were evaluated: group 1, Champy technique with one 4-holes miniplate, 2.0 system; group 2, technique with two parallel 4-holes conventional miniplates, 2.0 system; group 3, technique with two parallel 4-holes *locking* miniplates, 2.0 system; group 4, technique with one reconstruction 6-holes plate, 2.4 system in base jaw; group 5, technique with one reconstruction 6-holes plates, 2.4 system in jaw body + one parallel 4-holes conventional miniplate, 2.0 system. The results showed that strains are better distributed through the *locking* miniplate and screws system and presented less stress concentration when compared with the conventional ones. The Champy technique had more tension in plates and screws and more bone propagation tension if compared to the others techniques. One reconstruction plate doesn't protected the bone tissue as the technique suggests The use of the *locking* system shows less stress compared to the non-*locking* system and the presence of a reconstruction plate associated with a miniplate does not lead to increased stability compared with an isolated reconstruction plate.

Key words: finite element method, angle fracture, stable internal fixation

## Introduction

Fractures of the mandibular angle are one of the most problematic in the facial region due to the high frequency of complications after treatment. These complications mainly involve infections and non-union of the fragments <sup>1, 2</sup>. This injury is the most common in mandible fractures, which account for 23–97% of all facial fractures. Common causes of mandible fracture include physical assault, sports activities, motor vehicle accidents, industrial accidents, warfare, and falls <sup>3, 4</sup>.

The angle of the mandible commonly associated with fractures because the presence of third molars; a thinner cross-sectional area than the tooth-bearing region; and biomechanically the angle can be considered a "lever" area <sup>5</sup>.

Some studies has showed that the region of the mandibular angle is thinner than both the bone of the body region located more anteriorly, and the bone of the ramus located more posteriorly. Thus, a given force applied to the lateral aspect of the mandible might be expected to fracture at the region with the smallest cross-sectional area the angle of the mandible. Combine this with the fact that the angle of the mandible is where there is an abrupt change in shape from horizontal to vertical rami, which would imply that this region might be subjected to more complex forces than a more linear geometric shape, and one can begin to understand why fractures occur in this location <sup>5, 6</sup>.

Over the years, various methods of treatment for fractures of the angle of the mandible have been studied at the word literature, various with large acceptance for the surgical professionals and some that lead a bigger discussion about their efficacy. These techniques have ranged from closed reduction with maxillomandibular fixation (MMF), to open reduction with wire osteosynthesis, to open reduction with either rigid internal fixation or adaptive miniplate fixation <sup>5, 7, 8</sup>.

The complex mechanical problem of identifying the response to loading of mandible can be investigated by means of finite element analysis (FEA). Finite element analysis (FEA) is a computational technique originally developed by engineers to model the mechanical behavior of structures such as buildings, aircraft, and engine parts and is also applicable to dentistry. When a structure is loaded, its response can be described in terms of stress and strains within the structure. In a

simple geometric structure created from homogeneous man-made materials, stress and strain can be predicted with reasonable accuracy from analytical mathematical equations<sup>9, 10</sup>.

Finite element analysis (FEA) is a suitable tool to conduct comparative stress analyses in the field of maxillofacial surgery and to make inferences that will enable more efficient designs of osteosynthesis systems. It can provide insight to the complex mechanical behavior of natural and restored craniofacial structures affected by three-dimensional stress fields, which are still very difficult to assess otherwise as such as sinuses and their reconstructions, alveolar bone and dental implants, teeth and restorations, and osteosynthesis system as in the study<sup>11, 12, 13</sup>.

Biomechanical behavior of different rigid fixation methods and the stresses arising in the region of mandibular angular fractures has not yet been definitively discussed in the literature. Therefore, the aim of this study is compare 5 different rigid fixation methods of osteosynthesis in unfavorable mandibular angle fractures and evaluate the complex mechanical behavior by means of FEA.

## Material and methods

For the simulation through finite element analysis, it was obtained a tridimensional solid from computed tomography in 1-mm-thick slices of a mandible of a 27-year-old man who showed no craniofacial abnormalities. The mandibular mask was manipulated to approximate a typical angular fracture with proximal and distal parts fully separated. (Figure I)

The 3-dimensional geometry of the mandible, miniplates, and screws was created with Rhinoceros 4.0 (McNeel-North America, Seattle, WA). The geometry data were imported into Ansys Workbench 14.5 (Ansys, Inc, Canonsburg, PA) for preprocessing before FEA.

The files containing the tridimensional images of titanium miniplates and screws were provided by the NEORTHO enterprises and five types of osteosynthesis were used. (Figure II)

Type 1. Champy technique with one 4-holes conventional miniplate, 2.0 system

Type 2. Technique with two parallel 4-holes conventional miniplates, 2.0 system

Type 3. Technique with two parallel 4-holes *locking*, 2.0 system

Type 4. Technique with one reconstruction 6-holes plate, system 2.4 in base jaw.

Type 5. Technique with one parallel 4-holes conventional miniplates, 2.0 system + one reconstruction 6-holes plate, system in jaw bases.

For the FEA analysis, the models were considered homogeneous, isotropic, and linear elastic: homogeneous due to the same mechanical properties in all their points; isotropic, because in all points the mechanical properties do not change with direction; and linear elastic because they return to the original shape when tensions are removed. The structures were divided into: trabecular bone and cortical bone, being considered with a homogeneous, isotropic and linear elastic behavior. Forces applied in the region of the insertion of the temporal muscle (lateral margin of the coronoid process of the mandible) of 235N, medial pterygoid muscle (pterygoid tuberosity) of 145N and the masseter muscle (lateral side of the mandible) of 151N, which are involved in the lifting of the mandible during the masticatory act <sup>9</sup>. The bulkhead was applied on the occlusal surfaces of the teeth. (Figure III)

After this simulation the stress of the plates were evaluated in mega pascal and the displacement resistance was verified in millimeters. The dislodgment resistance was checked at the proximal segment once the distal segment was stable because the screen at the occlusal tooth, it was measured the region with the lower displacement and the region with the higher displacement. So longer as higher was the values, the greater was the stress and displacement of the miniplates. The screws were evaluated in separately, and it was just evaluated the stress once to verify the displacement to many vectors will be present. At the tension simulations the green colors demonstrate a less stress and the red colors are related with higher tension values <sup>14, 15</sup>.

The techniques related to the number and the authors choice types of plates. Just as the choice of unfavourable angle fracture in jaw because they suffer greater muscle strength and have the largest and most relevant discussions in the literature.



## Resultes

Output measures from all analyses are shown below in Table 1 and 2.

In the simulation analysis the Champy technique it was the group that had highest values of mini plates and screws tension and the item displacement was intermediate between all. In relation to the spread of stress to the bone tissue this technique showed that there is a great amount of stress in bone compared to other techniques.

If analyzed the data separately it is possible to observe that systems with *locking* plates have less strain and stress on the plates and screws compared to the techniques which conventional plates are used (in the conventional plates the tension in plates and screws were more homogeneous if compared to the other group).

It is observed that the group 3 that has two parallel *locking* plates performed better role in relation to non-tension propagation to the bone if compared to group 2 technique that has the same spatial configuration but with different types of plates.

It was observed that the technique of group 4, technique that uses an isolated reconstruction plate, the displacement showed lower if compared to the other groups, but is the group with one of the highest values of stress spread to the bone.

It can be seen that the group 5 showed the lowest propagation tension forces to the bone tissue compared to the other groups.

## Discussion

The primary goals for the treatment of mandibular fractures are the restoration of occlusion and healing of the fracture. The use of fixation applied trans orally to meet these goals in the management of mandibular angle fractures is not new <sup>16</sup>. When the decision is made to treat these fractures with internal fixation, discussion may arise over the type and number of plate(s) to use and the configuration of plates to provide the fixation <sup>5, 7, 8</sup>. Various biomechanical and epidemiological studies have been conducted for evaluating different fixation systems following mandibular fracture <sup>17</sup> but no consensus exists in which technique is better and the gold standard to be followed. Probably because exist an enormous numbers of plates configuration and more those configurations are arising every day, and also the opinion and experience of the surgeon are always taken into account in deciding which technique will be

used.

Choi *et al* proposed that the intraoral approach was more efficient than using a trans facial approach because the surgery was shorter with less chance of facial nerve damage, less expensive because of less hardware, and allowed the patient to return to normal function sooner- describing the Champy technique<sup>18</sup>. Another study indicate that the use of 1 miniplate on the lateral cortex placed with trans buccal instrumentation decreased the risk of postoperative complications by 110% compared with using transorally placed miniplates along the external oblique ridge<sup>19</sup>. Study points that with MAFs who were treated with a trans orally placed miniplate along the external oblique ridge were 2.10 times more likely to develop a postoperative complication than were patients with MAFs treated by a miniplate on the superior aspect of the lateral cortex placed with trans buccal instrumentation<sup>19</sup>.

In this work it was possible to observe that the Champy technique showed the greatest tension on the plate and screws and also further spread of tension and forces to the bone. Fact that brings discussion related to the use of the technique since even presenting clinical features with great success rates their performance in the simulation was the worst compared to other groups. But the decision to use a surgical technique should not be taken only through an isolated data and this analysis does not dismiss or makes a contraindication of using this technique, which logically it could be expected more tension in the synthesis material by the position of the plate and description of the Champy technique. (Figure IV)

The major discussion and the largest quantity of studies about this subject are a comparative observation between *locking* systems against conventional plates. It is possible to observe clinical studies that there were no significant differences in the post-operative complications between the conventional and the *locking* plate/screw mandibular systems. *Locking* plate/screw system was more rigid than conventional plate/screw system, thereby reducing the need and duration of intermaxillary fixation<sup>20</sup>. Prospective randomized studies have been done about this types of miniplates and studies concluded that *locking* miniplates give the advantage of greater stability and early restoration of function with almost similar results as seen in non-*locking* miniplate osteosynthesis<sup>21</sup>. The author also found that less precision was required in plate adaptation. Suggesting that complication rates are more likely to be related to bone quality and surgical technique rather than to the fixation system<sup>21</sup>. And a meta-analysis that confirms that mandible fractures treated with 2.0-mm *locking* miniplates

and 2.0-mm non-*locking* miniplates present similar short term complication rates, corroborating the previous mentioned study. In addition, the low postoperative MMF rate of using 2.0-mm *locking* miniplates also indicates that the 2.0-mm *locking* miniplate is a prospective fixation system in the treatment of maxillofacial fractures<sup>22</sup>.

In this study it was possible to observe that the *locking* plates positioned in parallel showed greater stability and stress distributed on the plate and screws with little force propagating to the bone compared to the group of conventional plates with the same spatial arrangement. In this way can be evaluate in a biomechanical test what is observed in clinical practice, in relation to superior stability of this type of system compared to the conventional system. (Figure V)

The use of reconstruction plates in mandibular fractures without major loss of continuity or without major bone comminuted injuries are not widely used, but are plates systems which the surgeon can used to at the time of reduction and fixation of mandibular segments in simple mandibular angle fracture. Some authors have classified this technique as the technique of the A O (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen)<sup>1</sup> which represents the fourth group in this study and modified AO technique with use of 2 plates representing the group five of the methodology. According to (AO)/Association for the Study of Internal Fixation principles, the main objective of open reduction and internal fixation in the management of mandibular fractures is to achieve undisturbed healing and immediate restoration of form and function without the adjunctive use of MMF<sup>23</sup>.

Some studies show that the use of this type of fixation system in angle fractures is very satisfactory with low number of post-operative complications<sup>24</sup>. Other authors indicate this technique when there is a great loss of bone, when the first technique used failure (with other systems of fixation) or when there is tooth missing in the trauma, because the technique provides more stability if compare with the more slender systems and can provide high rate of success<sup>24, 25, 26</sup>.

It was observed that the stability of the two plates is not added or is higher compared to the group with only one reconstruction plate. It is noted that the behavior of the variables studied (tension in plate, tension in screws and displacement) are similar between the two groups, but with a discreet and increased stress in the group with two plates. In analysis of the tension transmitted to the bone, the configuration which has two plates (one reconstruction plate and conventional plate system 2.0) showed the lowest stress in bone compared with the group with

only one reconstruction plate and also with the other groups of the study. One possible explanation of the fact that occurred greater, discreet but slightly accentuated, tension in plates and screws on group 5 is that this technique has a protection in the bone tissue, transmitting less stress to the region. A favorable argument for this group related to tension in bone structure but unfavorable about the fixation system itself since there is greater chance of fracture or dislocation of the synthesis material. Since there is no clear and widespread data about how much tension the fixation system supports or how much strain the bone can suffer for no post operative problems the related discussion about the choice between the two techniques should be clinically or even by logistic and financial analysis from cost of using larger amount of this material, but more important that all is the correct indication of the these technique that may be used in greater fractures with more bone injury that needs more stability. (Figure VI)

Comparing studies on finite elements in the area of traumatology and maxillofacial surgery are difficult and can often bring comparative counterfeit interpretations since each study is done in a way and developed by a researcher. There are numerous factors that can affect the comparison of data between different studies such as: the geometry of the plate may vary from company to company that supply this material, forces used which may vary at the time of simulation and at the time the methodology of choice, operator's computer systems which make the calculations are not the same and there is no calibration for this bias be reduced, different software which can lead to discrete but not measurable comparisons and even the limitation of the type of study which is strictly mathematical without capability of a logic analysis at the time of simulation. Therefore way the authors restrict this study to compare the data obtained with the clinical and epidemiological papers in synthesis material in the jaw angle fracture, it is what seems to be a data more faithful and more relevant to the scientific community.

Analyzing the concepts of Load-Sharing and Load-Bearing it would be expected that the technique number 4 would have a lower quantity of the propagation of tension in bone if compared to other techniques. Because to the concept the plate should support the jaw function because of the bone not have this capability momentarily. The authors believe to be one of the most important data found in this study, because even using a thicker plate has not reached the lower propagation of stress to the bone as would be expected.

It is possible to conclude that the Champy technique was the one that shows more tension in plate and screws and also bring more stresses to the bone tissue. The use of *locking* system has less stress compared to the conventional plate system. The presence of a reconstruction plate associated with a conventional miniplate does not lead to increased stability when compared with an isolated reconstruction plate. And, the more surprisingly data founded in this study that the use of one reconstruction plate doesn't protected the bone tissue as the technique suggests, in this type of analyses The finite element analysis in a large and varied group of study confines itself to clinical researches comparison and the data found in the work is unique and not replicable with easily.

#### References.

1. Gear AJ, Apasova E, Schmitz JP, Schubert W. Treatment modalities for mandibular angle fractures. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005 May;63(5):655-63.
2. Goulart DR, Kemmoku DT, Noritomi PY, de Moraes M. Development of a Titanium Plate for Mandibular Angle Fractures with a Bone Defect in the Lower Border: Finite Element Analysis and Mechanical Test. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*. 2015;6(3):e5. doi:10.5037/jomr.2015.6305.
3. Vetter JD, Topazian RG, Goldberg MH, e Smith DG. Facial fractures occurring in a medium-sized metropolitan area: recent trends. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1991;20:214–216.
4. Haug RH, Prather J, Indresano AT. An epidemiologic survey of facial fractures and concomitant injuries. *J Oral Maxillofac Surg* 1990;48: 926–932.
5. Ellis E <sup>3rd</sup>. Treatment methods for fractures of the mandibular angle. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1999 Aug;28(4):243-52.
6. Schubert W, Kobienia BJ, Pollock RA. Cross-sectional area of the mandible. *J Oral Maxillofac Surg* . 1997 Jul;55(7):689-92.
7. Mehra P, Murad H. Internal fixation of mandibular angle fractures: a comparison of 2 techniques. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008 Nov;66(11):2254-60. doi: 10.1016/j.joms.2008.06.024.

8. Dodson TB, Perrot DH, Kaban LB, Gordon NC: Fixation of mandibular fractures: A comparative analysis of rigid internal fixation and standard fixation techniques. *J Oral Maxillofac Surg.* 1990 Apr;48(4):362-6.
9. Kiliç Y, Erkmen E, Kurt A. Biomechanical Evaluation of Different Fixation Methods for Mandibular Anterior Segmental Osteotomy Using Finite Element Analysis, Part One: Superior Repositioning Surgery. *J Craniofac Surg.* 2016 Jan;27(1):32-5. doi: 10.1097/SCS.0000000000002172.
10. Aquilina P, Chamoli U, Parr WC, Clausen PD, Wroe S. Finite element analysis of three patterns of internal fixation of fractures of the mandibular condyle. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2013 Jun;51(4):326-31. doi: 10.1016/j.bjoms.2012.08.007. Epub 2012 Sep 11.
11. Knoll WD, Gaida A, Maurer P. Analysis of mechanical stress in reconstruction plates for bridging mandibular angle defects. *J Craniomaxillofac Surg.* 2006 Jun;34(4):201-9. Epub 2006 Apr 27.
12. Fanuscu MI, Vu HV, Poncelet B. Implant biomechanics in grafted sinus: a finite element analysis. *J Oral Implantol.* 2004;30(2):59-68.
13. Kiliç Y, Erkmen E, Kurt A.. Biomechanical Evaluation of Different Fixation Methods for Mandibular Anterior Segmental Osteotomy Using Finite Element Analysis, Part Two: Superior Repositioning Surgery With Bone Allograft. *J Craniofac Surg.* 2016 Jan;27(1):36-40. doi: 10.1097/SCS.0000000000002173.
14. Maurer P, Holweg S, Knoll WD, Schubert J. Study by finite element method of the mechanical stress of selected biodegradable osteosynthesis screws in sagittal ramus osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2002 Feb;40(1):76-83.
15. Coskunses FM, Kocyigit ID, Atil F, Tekin U, Suer BT, Tuz HH, *et al.* Finite-Element Analysis of a New Designed Miniplate which is Used via Intraoral Approach to the Mandible Angle Fracture: Comparison of the Different Fixation Techniques The Journal of Craniofacial Surgery. *J Craniofac Surg.* 2015 Jul;26(5):e445-8. doi: 10.1097/SCS.0000000000001890.
16. Cillo JE <sup>Jr</sup>, Ellis E <sup>3rd</sup>. Management of Bilateral Mandibular Angle Fractures With Combined Rigid and Nonrigid Fixation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014 Jan;72(1):106-

11. doi: 10.1016/j.joms.2013.07.008. Epub 2013 Sep 14.
17. Goulart DR, Kemmoku DT, Noritomi PY, de Moraes M. Development of a Titanium Plate for Mandibular Angle Fractures with a Bone Defect in the Lower Border: Finite Element Analysis and Mechanical Test J Oral Maxillofac Res. 2015 Jun 30;6(3):e5. doi: 10.5037/jomr.2015.6305.
18. Choi BH, Kim KN, Kang HS: Clinical and in vitro evaluation of mandibular angle fracture fixation with the two-miniplate system. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1995 Jun;79(6):692-5.
19. Al-Moraissi EA, Ellis E<sup>3rd</sup>. What method for management of unilateral mandibular angle fractures has the lowest rate of postoperative complications? A systematic review and meta-analysis. J Oral Maxillofac Surg. 2014 Nov;72(11):2197-211. doi: 10.1016/j.joms.2014.05.023. Epub 2014 May 29.
20. Singh V1, Kumar I, Bhagol A. Comparative evaluation of 2.0-mm locking plate system vs 2.0-mm nonlocking plate system for mandibular fracture: a prospective randomized study. Int J Oral Maxillofac Surg. 2011 Apr;40(4):372-7. doi: 10.1016/j.ijom.2010.11.012. Epub 2010 Dec 30.
21. Shaik M, Subba Raju T, Rao NK, Reddy CK. Effectiveness of 2.0 mm Standard and 2.0 mm Locking Miniplates in Management of Mandibular Fractures: A Clinical Comparative Study. J Maxillofac Oral Surg. 2014 Mar;13(1):47-52. doi: 10.1007/s12663-012-0443-x. Epub 2012 Nov 3.
22. Zhan S, Jiang Y, Cheng Z, Ye J. A Meta-analysis Comparing the 2.0-mm Locking Plate System With the 2.0-mm Nonlocking Plate System in Treatment of Mandible Fractures. J Craniofac Surg. 2014 Nov;25(6):2094-7. doi: 10.1097/SCS.0000000000001018
23. B Parmar BS, Makwana KG, Patel AM, Tandel RC, Shah J. Use of a single 2.0-mm locking AO reconstruction titanium plate in linear, non-comminuted, mandible fractures. Ann Maxillofac Surg. 2014 Jan-Jun; 4(1): 51–54
24. Ellis E<sup>3rd</sup>. Treatment of mandibular angle fractures using the AO reconstruction plate. J Oral Maxillofac Surg. 1993 Mar;51(3):250-4; discussion 255.

25. Scolozzi P, Jaques B. Intraoral open reduction and internal fixation of displaced mandibular angle fractures using a specific ad hoc reduction-compression forceps: a preliminary study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 Oct;106(4):497-501. doi: 10.1016/j.tripleo.2008.01.018. Epub 2008 Jun 11.
26. Sugar AW, Gibbons AJ, Patton DW, Silvester KC, Hodder SC, Gray M, et al. A randomised controlled trial comparing fixation of mandibular angle fractures with a single miniplate placed either transbuccally and intra-orally, or intraorally alone. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009 Mar;38(3):241-5. doi: 10.1016/j.ijom.2008.11.001. Epub 2009 Jan 22.



Tables

Type fixation	Miniplate tension (MPa) Min./Máx.	Displacement (mm)	Screws Tension (MPa) Min./Máx.
1. Champy technique	3,509/6.247	19.695	0,0032/21.422
2. 2 4H Conv. Miniplate	0,227/37.037	24.963	0/32.310
3. 2 4H Lock. Miniplate	0,011/22.512	21.229	0,0014/9.143
4. 6H Lock Rec. Miniplate	0,215/2.371,2	9.8738	0,05/2.904
5. 6h lock Rec Miniplate + 14h Conv Miniplate	0,325/2.173,8	10.988	0,117/3.263

Table 1. Table showing all groups with mini plate tension , displacement an screws tension values. Champy technique with one 4-holes miniplate, 2.0 system; group 2, technique with two parallel 4-holes conventional miniplates, 2.0 system; group 3, technique with two parallel 4-holes *locking* miniplates, 2.0 system; group 4, technique with one reconstruction 6-holes plate, 2.4 system in base jaw; group 5, technique with one reconstruction 6-holes plates, 2.4 system in jaw body + one parallel 4- holes conventional miniplate, 2.0 system. H: holes, Conv= conventional, Lock: *locking*, Rec: reconstruction.

Type fixation	Bone tension Min./Máx.
1. Champy technique	0,02/5.6
2. 2 4H Conv. Miniplate	0,0064/4,25
3. 2 4H Lock. Miniplate	0,02/2.9
4. 6H Lock Rec. Miniplate	0,029/5.8
5. 6h lock Rec Miniplate + 14h Conv Miniplate	0,029/1.5

Table 2. Table showing the bone tension values in all 5 grupos. Champy technique with one 4-holes miniplate, 2.0 system; group 2, technique with two parallel 4-holes conventional miniplates, 2.0 system; group 3, technique with two parallel 4-holes *locking* miniplates, 2.0 system; group 4, technique with one reconstruction 6-holes plate, 2.4 system in base jaw; group 5, technique with one reconstruction 6-holes plates, 2.4 system in jaw body + one parallel 4- holes conventional miniplate, 2.0 system. H: holes, Conv= conventional, Lock: *locking*, Rec: reconstruction

Figure Legends.

Figure I. 3D model of a jaw with unfavorable angle fracture.

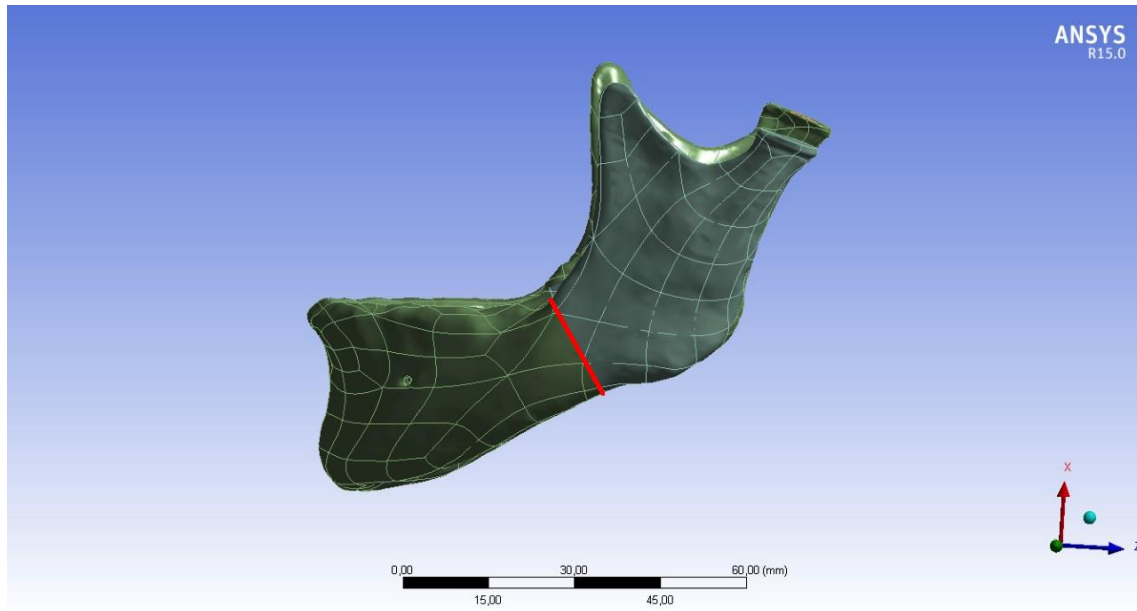


Figure II. Five different methods of fixation of mandibular fracture

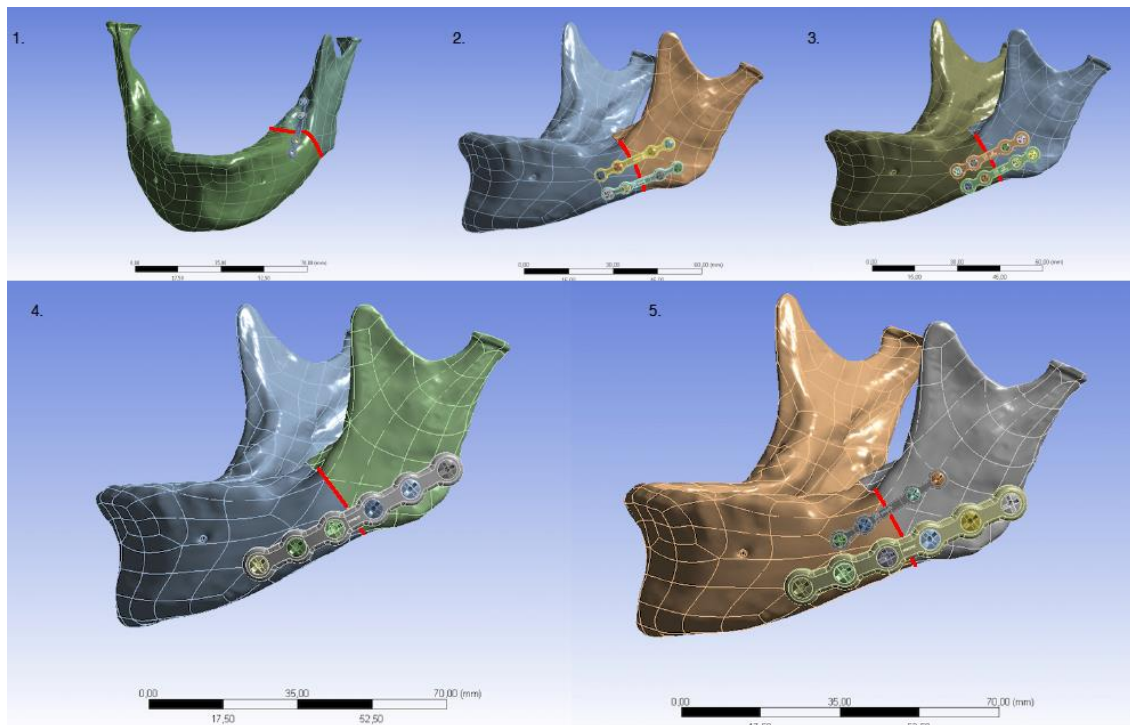


Figure III. Simulation with the application of the forces related to the mastication muscles.

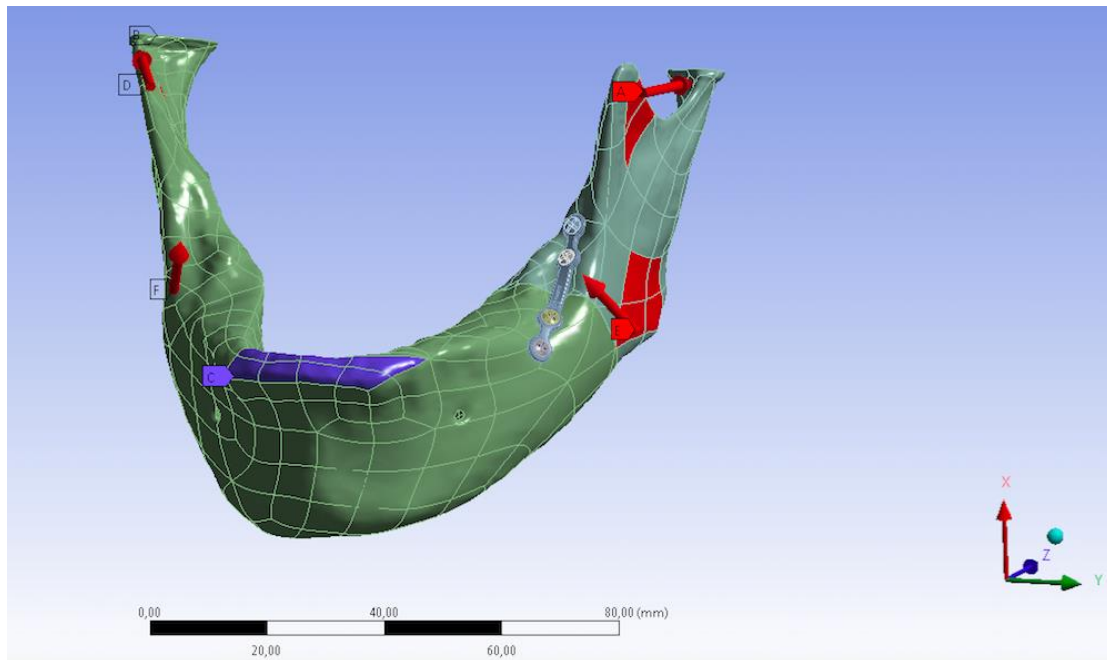


Figure IV. Figure showing bone tension in the Champy technique. It is possible to observe great quantity of tension around the screws 's perforations.

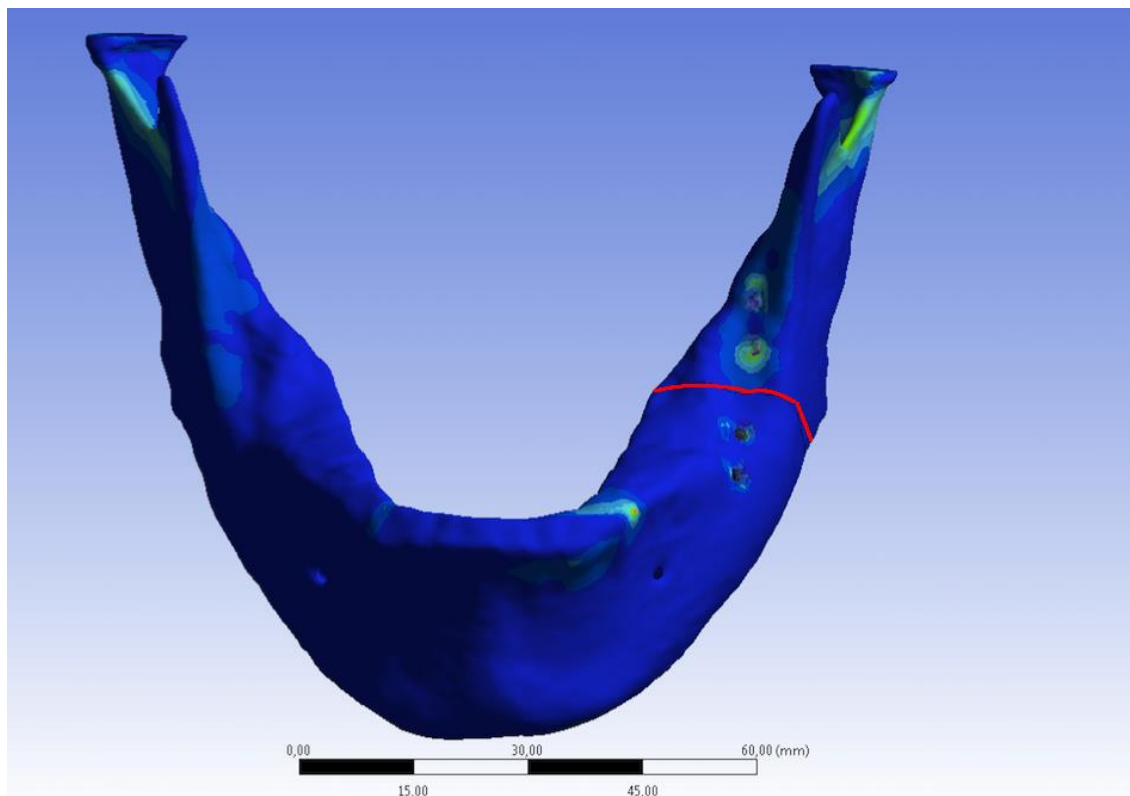


Figure V. Comparative image of the groups 2 and 3. There is greater tension on the plates and screws in the group with conventional plates if compared to the group with locking plates.

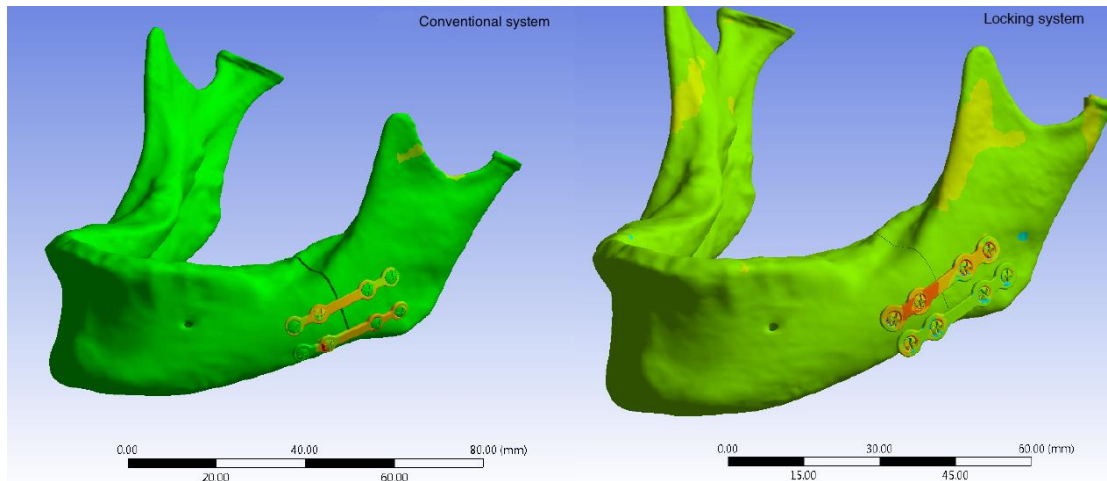
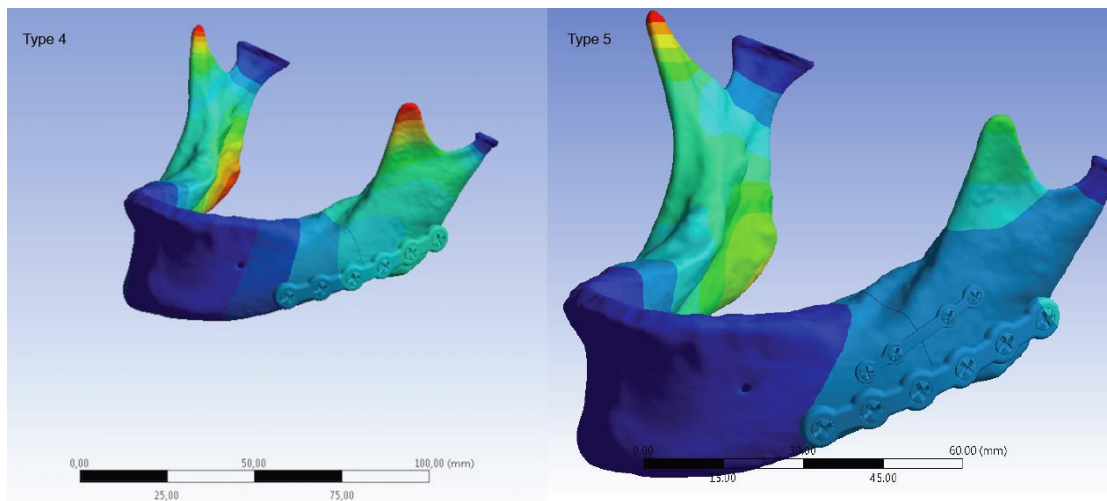


Figure VI. Comparative image of the groups 4 and 5. It is possible to see a similar patten of two types of fixation.



## 6. CONCLUSÃO

Tendo esse modelo como aproximado, os dados levam a seguinte conclusão:

1. A técnica de Champy é a que apresenta um dos maiores valores resistência a tensão em placa e parafusos e, também, um dos maiores valores de propagação de tensão para o tecido ósseo.
2. A utilização do sistema *locking* apresenta menor resistência a tensão se comparados ao sistema não *locking*
3. A presença de uma placa de reconstrução associada a uma miniplaca não leva a maior estabilidade se comparada com uma placa de reconstrução isolada.
4. Uma placa de reconstrução isolada não foi capaz de suportar a tensão sem propagação ao tecido osso como a técnica sugere.
5. A análise de elementos finitos em um grupo de estudo específico se limita a comparação do achado com as das pesquisas clínicas e epidemiológicas sobre o assunto sendo que os dados encontrados no trabalhos são únicos e não replicáveis de maneira idênticas com facilidade.

## 7. REFERÊNCIAS

AL-MORAISSEI, E.A.; ELLIS, E 3<sup>RD</sup>. What method for management of unilateral mandibular angle fractures has the lowest rate of postoperative complications? A systematic review and meta-analysis. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**. v.72, n.11, p. 2197-211, 2014.

EDGARD, J.O. **Biomecânica básica para ortodontistas**. 1<sup>nd</sup> ed. Belo Horizonte: UFMG. P.196p. 2000.

ELLIS, E. Treatment of Mandibular Angle Fractures using the A. O. Reconstruction Plate. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**. v.51, n. 250, p. 254,1993.

MILORO, M.; GHALI, G.E.; LARSON, P.E.; WAITE, P.D. **Princípios de Cirurgia Bucomaxilofacial de Peterson**. 2<sup>nd</sup> ed. Editora Santos. v.1, 2004.

ELLIS III, E. A prospective study of 3 treatment methods for Isolated fractures of the mandibular angle. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 68, n. 11, p. 2743-2754, 2010.

ELLIS III, E.; WALKER, L. R. Treatment of mandibular angle fractures using two noncompression miniplates. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 52, n. 10, p. 1032-1036, 1994.

ELLIS III, E.; WALKER, L. R. Treatment of mandibular angle fractures using one noncompression miniplate. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 54, n. 7, p. 864-871, 1996.

ERKMEN, E.; SÜMSÜK B.; YÜCEL E.; KURT A. Comparison of different fixation methods following sagittal split ramus osteotomies using three-dimensional finite elements analysis Part 1: advancement surgery-posterior loading. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**. v.34, n. 5, p.551-558, 2005.

FELLER, K.U.; SCHNEIDER, M.; HLAWITSCHKA, M.; PFEIFER, G.; LAUER, G, ECKELT, U. Analysis of complications in fractures of the mandibular angle--a study

with finite element computation and evaluation of data of 277 patients. **Journal of Craniomaxillofacial Surgery**. v. 31, n. 5, p. 290-295, 2003

GALLAGHER, R. H. **Finite element analysis: fundamentals**. 4<sup>nd</sup> ed. Englewood Cliffs. Prentice-Hall. v.1, p. 1-19, 1975.

GUTWALD, R.; BÜSCHER, P.; SCHRAMM, A. Biomechanical stability of an internal mini-fixation-system in maxillofacial osteosynthesis. **Medical & Biological Engineering & Computing**. v.37, p.280-281,1999.

KILINÇ, Y.; ERKMEN, E.; KURT, A. Biomechanical Evaluation of Different Fixation Methods for Mandibular Anterior Segmental Osteotomy Using Finite Element Analysis, Part Two: Superior Repositioning Surgery With Bone Allograft. **Journal of Craniofacial Surgery**. v.27, n. 1, p. 36–40, 2016.

KOURY, M.; ELLIS III, E. Rigid internal fixation for the treatment of infected mandibular fractures. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**. Philadelphia, v. 50, n. 5, p. 434-43, may, 1992.

LEPORACE, A.A.F.; PAULESINI JÚNIOR, W.; RAPOPORT, A.; DENARDIN, O.V.P. Epidemiologic study of mandible fractures in a public hospital of São Paulo. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgia**. v. 36, n. 6, p. 472-477, 2009.

MANGANELLO, L.C.S.; GUALBERTO, J.C.L. **Tratamento Cirúrgico do Trauma Bucomaxilofacial**. 3<sup>nd</sup> ed. São Paulo. 2006.

MARZOLA, C. **Fundamentos de Cirurgia e Traumatologia Buco Maxilo Facial**. São Paulo: Editora Big Forms. v.6, 2008.

MEHRA, P.; MURAD, H. Internal fixation of mandibular angle fractures: a comparison of 2 techniques. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**. Philadelphia, v. 66, n. 11, p. 2254-60, 2008.

MELO, R.B.; TAVARES, W.L.B.; FONSECA, W.L.M.; SILVA D.A.C.; PONTES I.V.;

BARBALHO J.C.M. Use of absorbable fixation system in case of mandibular fracture in pediatric patients. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial**. v.15, n.2, p. 45-48, 2015.

EREIRA, I.C.S.; GALDINO, A.S.; PALITÓ, A.P.P.G.; SANTOS, T.L.; BARROS F.; SOBREIRA, T. Surgical Reduction Of Oblique Mandibular Fractures: Lag Screws X Titanium Screws And Plates - A Case Report. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial**. Camaragibe. v.11, n.3, p. 69-76, 2011.

SAROT, J.R.; MILANI, C.M.; CRUZ, A.C.; MAGINI, R.S. Evaluation of the Stress distribution IN PEEK dental implants by 3-dimensional finite element method. **Journal of Materials Science**. v. 21, n. 7 p. 2079-2085, 2010

SASSI, L.M.; DISSENHA, J.L; GUEBUR, M.I.; BEZERUSKA, C.; HEPP, V.; RADAELLI, R.L.; et al. Fractures of the mandible: 82 case report. **Revista Brasileira de Cirurgia de Cabeça e Pescoço**. v.39, n. 3, p. 190-192, 2010.

STRINGUINI, D.J.; SOMMERFELD, R.; UETANABARO, L.C.; DENISE, D.P.; ARAÚJO, M.R.; REBELLATO, N.L.B.; et al. Resistance and Stress Finite Element Analysis of Different Types of Fixation for Mandibular Orthognathic Surgery. **Brazilian Dental Journal**. v. 27, n. 3, p. 1-8, 2016.

STRÖM, C.; JOHANSON, G.; NORDENRAM, A. Facial injuries due to criminal Violence: a retrospective study of hospital attenders. **Medicine Science and the Law**. v. 32, n. 4, p. 345-53, 1992.

TANNE, K.; SAKUDA, M.; BURSTONE, C. J. Three-dimensional finite element analysis for stress in the periodontal tissue by orthodontic forces. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. v. 92, n. 6, p. 499-505, 1987.

TRENTO, G.S.; SOMMERFELD, R.; ONUKI L.T.; STRINGHINI, D.J; REBELLATO, N.L.B.; COSTA, D.J. Assessment of masticatory forces in a mandibular reconstruction titanium plate through finite element analysis **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial**. Camaragibe. v.16, n.1, p. 13-17, 2016.



WATZKE, I.M.; TURVEY, T.A.; PHILLIPS, C.; PROFFIT, W.R. Stability of mandibular advancement after sagittal osteotomy with screw or wire fixation: a comparative study. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**. v.48, n. 2, p.108-121, 1990.

## 8. APÊNDICE

### Brazilian Oral Research

#### MISSÃO, ESCOPO E POLÍTICA DE SUBMISSÃO

A *Brazilian Oral Research* - BOR (versão online ISSN 1807-3107) é a publicação oficial da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica - SBPqO (Divisão brasileira da *International Association for Dental Research* - IADR). A revista tem classificação A2 Qualis Capes (Odontologia), Fator de Impacto™ 0,937 (Institute for Scientific Information - ISI), é revisada por pares (sistema duplo-cego) e tem como missão disseminar e promover o intercâmbio de informações sobre as diversas áreas da pesquisa odontológica e com acesso aberto, modalidade dourada, sem embargo.

A **BOR** convida à submissão os seguintes tipos de artigos originais e de revisão, nas seguintes tipologias: Pesquisa Original (artigo completo ou *Short Communication*), Revisão Crítica da Literatura, Revisão Sistemática (e Meta-Análise), além de Cartas ao Editor. Todas as submissões deverão ser exclusivas à **BOR**.

A submissão dos manuscritos, e de toda documentação relacionada, deve ser realizada exclusivamente pelo ScholarOne Manuscripts™, através do link de submissão online (<http://mc04.manuscriptcentral.com/bor-scielo>).

O processo de avaliação do conteúdo científico do manuscrito será iniciado somente após o atendimento dos requisitos descritos nestas Instruções aos Autores. O manuscrito em desacordo com estes requisitos será devolvido ao autor de correspondência para adequações.

Importante: Após ser aceito por seu mérito científico, todo manuscrito deverá ser submetido a uma revisão gramatical e estilística do idioma inglês. Para conhecer as empresas recomendadas, entre em contato com [bor@sbpqo.org.br](mailto:bor@sbpqo.org.br). Os autores deverão encaminhar o texto revisado juntamente com o certificado de revisão fornecido pela empresa de edição escolhida. **Não serão aceitas revisões linguísticas realizadas por empresas que não forneçam o certificado.** Exceção a esta regra é feita quando o autor de correspondência é *native English speaker*.

#### APRESENTAÇÃO DO MANUSCRITO

O texto do manuscrito deverá estar redigido em inglês e fornecido em arquivo digital compatível com o programa "Microsoft Word" (em formato DOC, DOCX ou RTF).

Cada uma das figuras (inclusive as que compõem esquemas/combo) deverá ser fornecida em arquivo individual e separado, conforme as recomendações descritas em tópico específico.

Fotografias, micrografias e radiografias deverão ser fornecidas em formato TIFF, conforme as recomendações descritas em tópico específico.

Gráficos, desenhos, esquemas e demais ilustrações vetoriais deverão ser fornecidos em formato PDF, em arquivo individual e separado, conforme as recomendações descritas em tópico específico.

Arquivos de vídeo poderão ser submetidos, respeitando as demais especificidades, inclusive o anonimato dos autores (para fins de avaliação) e respeito aos direitos dos pacientes.

Importante: o ScholarOne™ permite que o conjunto dos arquivos somem no máximo 10 MB. No caso de inclusão do arquivo de vídeo acarretar em tamanho superior, é possível informar o link de acesso ao vídeo. Na reprodução de documentação

clínica, o uso de iniciais, nomes e/ou números de registro de pacientes são proibidos. A identificação de pacientes não é permitida. Um termo de consentimento esclarecido, assinado pelo paciente, quanto ao uso de sua imagem deverá ser fornecido pelo(s) autor(es) quando solicitado pela **BOR**. Ao reproduzir no manuscrito algum material previamente publicado (incluindo textos, gráficos, tabelas, figuras ou quaisquer outros materiais), a legislação cabível de Direitos Autorais deverá ser respeitada e a fonte citada.

As seções do manuscrito devem ser apresentadas observando-se as características específicas de cada tipo de manuscrito: folha de rosto (*Title Page*), introdução, metodologia, resultados, discussão, conclusão, agradecimentos e referências.

**Folha de rosto (*Title Page*; dados obrigatórios)**

- Indicação da especialidade\*, ou área de pesquisa, enfocada no manuscrito. \*Anatomia; Biologia Craniofacial; Biologia Pulpar; Bioquímica; Cariologia; Ciências do Comportamento; Cirurgia Bucomaxilo; Controle de Infecção; Dentística; Disfunção Temporomandibular; Estomatologia; Farmacologia; Fisiologia; Imaginologia; Implantodontia - Clínica Cirúrgica; Implantodontia - Clínica Protética; Implantodontia Básica e Biomateriais; Imunologia; Materiais Dentários; Microbiologia; Oclusão; Odontogeriatrics; Odontologia Legal; Odontologia Social; Odontopediatria; Ortodontia; Ortopedia; Patologia Oral; Periodontia; Prótese; Saúde Coletiva; Terapia Endodôntica.
- Título informativo e conciso, limitado a um máximo de 110 caracteres incluindo espaços.

- Nomes completos e por extenso de todos os autores, incluindo os respectivos números de telefone e endereços eletrônicos (email). Recomenda-se aos autores confrontar seus nomes anotados na Folha de Rosto (*Title Page*) com o perfil criado no ScholarOne™, de modo a evitar incompatibilidades.

- A participação de cada um dos autores deverá ser justificada por escrito em folha separada, observando-se os critérios de autoria e co-autoria adotados pelo *International Committee of Medical Journal Editors*, disponíveis em <http://www.icmje.org/recommendations/browse/roles-and-responsibilities/defining-the-role-of-authors-and-contributors.html>

- Dados de afiliação institucional/profissional de todos os autores, incluindo universidade (ou outra instituição), faculdade/curso, departamento, cidade, estado e país, apresentados de acordo com as normas internas de citação estabelecidas pela instituição de cada um dos autores. Verificar se as afiliações foram inseridas corretamente no ScholarOne™. **Resumo:** deve ser apresentado na forma de um parágrafo único estruturado (mas sem sub-divisões em seções), contendo proposição do trabalho, metodologia, resultados e conclusões. No Sistema, utilizar a ferramenta *Special characters* para caracteres especiais, se aplicável.

**Descritores:** devem ser fornecidos de 3 (três) a 5 (cinco) descritores principais, escolhidos dentre os descritores cadastrados em <http://decs.bvs.br/> ou <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html> (não serão aceitos sinônimos).

### **Texto Principal**

**Introdução:** deve apresentar o estado da arte do assunto pesquisado, a relevância do estudo e sua relação com outros trabalhos publicados na mesma linha de pesquisa ou área, identificando suas limitações e possíveis vieses. O objetivo do estudo deve ser apresentado concisamente ao final dessa seção.

**Metodologia:** devem ser fornecidas todas as características do material pertinente ao assunto da pesquisa (ex.: amostras de tecido, sujeitos da pesquisa). Os métodos experimentais, analíticos e estatísticos devem ser descritos de forma concisa, porém suficientemente detalhada para permitir que outros possam repetir o trabalho. Os

dados de fabricantes ou fornecedores de produtos, equipamentos, ou softwares devem ser explicitados na primeira menção feita nesta seção, como segue: nome do fabricante, cidade e país. Os programas de computador e métodos estatísticos também devem ser especificados. A menos que o objetivo do trabalho seja comparar produtos ou sistemas específicos, os nomes comerciais de técnicas, bem como de produtos ou equipamentos científicos ou clínicos só devem ser citados nas seções de "Metodologia" e "Agradecimentos", de acordo com o caso. No restante do manuscrito, inclusive no título, devem ser utilizados os nomes genéricos. Nos manuscritos que envolvam radiografias, microrradiografias ou imagens de MEV, devem ser incluídas as seguintes informações: fonte de radiação, filtros e níveis de kV utilizados. Os manuscritos que relatem estudos em humanos devem incluir comprovação de que a pesquisa foi conduzida eticamente de acordo com a Declaração de Helsinki (*World Medical Association*, <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>). O número de protocolo de aprovação emitido por um Comitê Institucional de Ética deve ser citado. Estudos observacionais devem seguir as diretrizes STROBE (<http://stroke-statement.org/>) e o check list deve ser submetido. Ensaios clínicos devem ser relatados de acordo com o protocolo padronizado da *CONSORT Statement* (<http://www.consort-statement.org/>), revisões sistemáticas e meta-análises devem seguir o PRISMA (<http://www.prisma-statement.org/>), ou Cochrane (<http://www.cochrane.org/>).

### **Plágio**

A **BOR** emprega um sistema de detecção de plágio. Ao enviar o seu manuscrito para a Revista, este manuscrito poderá ser rastreado. Isto não tem relação com a simples repetição de nomes / filiações, mas envolve frases ou textos utilizados.

**Referências:** só serão aceitas como referências as publicações em periódicos revisados por pares. Não serão aceitos como referências manuscritos em processo de redação, dissertações, teses, ou resumos apresentados em congressos. Devem ser evitadas referências a livros.

As citações de referências devem ser identificadas no texto por meio de números arábicos sobrescritos. A lista completa de referências deve vir após a seção de "Agradecimentos", e as referências devem ser numeradas e apresentadas de acordo com o Estilo Vancouver, em conformidade com as diretrizes fornecidas pelo *International Committee of Medical Journal Editors*, conforme apresentadas em *Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/>). Os títulos de periódicos devem ser abreviados de acordo com o *List of Journals Indexed in Index Medicus* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>). A correta apresentação das referências é de responsabilidade exclusiva dos autores.

**Grafia de termos científicos:** nomes científicos (binômios de nomenclatura microbiológica, zoológica e botânica) devem ser escritos por extenso, bem como os nomes de compostos e elementos químicos, na primeira menção no texto principal.

**Unidades de medida:** devem ser apresentadas de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (<http://www.bipm.org> ou <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/unidLegaisMed.asp>).

**Notas de rodapé no texto principal:** devem ser indicadas por meio de asteriscos e restritas ao mínimo indispensável.

**Figuras:** fotografias, micrografias e radiografias devem ter uma largura mínima de 10 cm, resolução mínima de 500 dpi, e devem ser fornecidas em formato TIFF. Gráficos, desenhos, esquemas e demais ilustrações vetoriais devem ser fornecidos em formato PDF. Todas as figuras devem ser submetidas, individualmente, em

arquivos separados (não inseridas no arquivo de texto). As figuras devem ser numeradas e citadas consecutivamente no corpo do texto, em algarismos arábicos. As legendas das figuras devem ser inseridas todas juntas no final do texto, após as referências.

## **CARACTERÍSTICAS E FORMATAÇÃO DOS TIPOS DE MANUSCRITOS**

### **Pesquisa Original**

Devem ser limitados a 30.000 caracteres incluindo espaços (considerando-se introdução, metodologia, resultados, discussão, conclusão, agradecimentos, tabelas, referências e legendas de figuras). Será aceito um máximo de 8 (oito) figuras e 40 (quarenta) referências. O resumo deve conter, no máximo, 250 palavras.

#### **Formatação - Arquivos de Texto**

• Folha de rosto (*Title Page*)

- Texto principal (30.000 caracteres incluindo espaços)
- Resumo - máximo de 250 palavras
- Descritores - de 3 (três) a 5 (cinco) descritores principais
- Introdução
- Metodologia
- Resultados
- Discussão
- Conclusão
- Agradecimentos
- Tabelas
- Referências - máximo de 40 referências
- Legendas de figuras

#### **Formatação - Arquivos de figuras**

Figuras - máximo de 8 (oito) figuras, conforme descrito acima.

## **TERMO DE TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS E DECLARAÇÕES DE RESPONSABILIDADE**

O manuscrito submetido para publicação deve ser acompanhado do Termo de Transferência de Direitos Autorais e Declarações de Responsabilidade, disponível no sistema online e de preenchimento obrigatório.

### **"CHECKLIST" PARA SUBMISSÃO INICIAL**

• Arquivo de folha de rosto

(*Title Page*, em formato DOC, DOCX ou RTF).

- Arquivo do texto principal (*Main Document*, manuscrito), em formato DOC, DOCX ou RTF.
- Tabelas, em formato DOC, DOCX ou RTF.
- Declaração de interesses e de financiamento, submetida em um documento separado e em formato PDF. (se aplicável)
- Justificativa para a participação de cada um dos autores, fornecida em um documento separado e em formato PDF.
- Fotografias, micrografias e radiografias (largura mínima de 10 cm e resolução mínima de 500 DPI) em formato TIFF. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/pub/filespec-images/>)
- Gráficos, desenhos, esquemas e demais ilustrações vetoriais em formato PDF.
- Cada uma das figuras deve ser submetida em arquivos separados e individuais (não inseridas no arquivo de texto).

### **Custo para publicação**

Os autores não são submetidos a uma taxa de submissão de artigos e de avaliação.

## **EXEMPLOS DE REFERÊNCIAS**

### **Periódicos**

Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci.* 2004 Aug;112(4):353-61. Bhutta ZA, Darmstadt GL, Hasan BS, Haws RA. Community-based interventions for improving perinatal and neonatal health outcomes in developing countries: a review of the evidence. *Pediatrics.* 2005;115(2 Suppl):519-617. doi:10.1542/peds.2004-1441.

Usunoff KG, Itzev DE, Rolfs A, Schmitt O, Wree A. Nitric oxide synthase-containing neurons in the amygdaloid nuclear complex of the rat. *Anat Embryol (Berl).* 2006 Oct 27. Epub ahead of print. doi: 10.1007/s00429-006-0134-9

Walsh B, Steiner A, Pickering RM, Ward-Basu J. Economic evaluation of nurse led intermediate care versus standard care for post-acute medical patients: cost minimisation analysis of data from a randomised controlled trial. *BMJ.* 2005 Mar 26;330(7493):699. Epub 2005 Mar 9.

### **Artigos com Título e Texto em Idioma Diferente do Inglês**

Li YJ, He X, Liu LN, Lan YY, Wang AM, Wang YL. [Studies on chemical constituents in herb of *Polygonum orientale*]. *Zhongguo Ahong Yao Za Zhi.* 2005 Mar;30(6):444-6. Chinese.

### **Suplementos ou Edições Especiais**

Pucca Junior GA, Lucena EHG, Cawahisa PT. Financing national policy on oral health in Brazil in the context of the Unified Health System. *Braz Oral Res.* 2010 Aug;24 Spec Iss 1:26-32.

**Periódicos Online** Barata RB, Ribeiro MCSA, De Sordi M. Desigualdades sociais e homicídios na cidade de São Paulo, 1998. *Rev Bras Epidemiol.* 2008;11(1):3-13 [cited 2008 Feb 23]. Available from: <http://www.scielo.org/pdf/rbepid/v11n1/01.pdf>.

### **Livros**

Stedman TL. Stedman's medical dictionary: a vocabulary of medicine and its allied sciences, with pronunciations and derivations. 20th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1961. 259 p.

### **Livros Online**

Foley KM, Gelband H, editors. Improving palliative care for cancer [monograph on the Internet]. Washington: National Academy Press; 2001 [cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.nap.edu/books/0309074029/html/>.

### **Websites**

Cancer-Pain.org [homepage on the Internet]. New York: Association of Cancer Online Resources, Inc.; c2000 [cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.cancer-pain.org/>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [homepage]. Brasília (DF): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2010 [cited 2010 Nov 27]. Available from: <http://www.ibge.gov.br/home/default.php>.

World Health Organization [homepage]. Geneva: World Health Organization; 2011 [cited 2011 Jan 17]. Available from: <http://www.who.int/en/>